

ARTINFO / MUSINFO

N O T E   D E   L ' E D I T E U R

ARTINFØ/MUSINFØ, en dépit des rumeurs les plus alarmistes, continue sa carrière souterraine, dont témoigne cette dernière livraison.
Plus erratique que jamais dans sa période, il n'en est pas moins juteux, voyant même tel de ses articles honoré d'une traduction dans une luxueuse revue étrangère.
Aujourd'hui encore, de la musique à pleins bras :

* Gilbert DALMASSO, enseignant en informatique musicale, présente un programme compositionnel : Quatre Etudes et Variations. Il supervise aussi le numéro.
* Patrick BUDA, étudiant dans la même matière, fait chanter avec JIG l'ordinateur entre herbe et brume.
* Quant au troisième texte, c'est celui d'une conférence qu'André RIOTTE, autre enseignant, donna naguère au CEMAMu, et qui était miraculeusement restée inédite. Que le lecteur fasse ses choux gras de l'analyse.

Le Groupe Art et Informatique de Vincennes, pour sa part, poursuit une vie secrète et exaltante. Parmi ses derniers coups d'éclat, une exposition à la galerie Plages, un show aux Portes de la Suisse (juin 79), une exposition, des conférences et un concert au Centre Culturel Suédois (octobre 79). Tout se passe comme prévu.

J.A.

Un Modèle Informatique d'une Pièce de Stravinsky

André RIOTTE

ARTINFO/MUSINFO #29

Développements formels autour d'un modèle informatique d'une pièce de Stravinsky

On a démystifié naguère la série schönbergienne et ses descendants, sans y reconnaître pourtant sa seule fonction justifiée : la génération d'une séquence d'objets (et de rapports d'objets) musicaux située entre l'ordre élémentaire et l'inorganisé, où se loge déjà l'intention (1). Or, une suite bornée de nombres au hasard possède elle aussi des lacunes, des ébauches d'ordre sans lesquelles aucun joueur ne serait chanceux.
Reconnaître ces lacunes, distinguer ces ébauches et les accuser selon sa propre nature suppose l'intuition du support partiel de quelque schème intérieur (les vieux murs fascinaient Léonard de Vinci). L'improbabilité de sa mise à jour est compensée par le foisonnement d'hypothèses, concentré de messages potentiels inactifs.
Au niveau d'un langage musical, on pourrait définir une approche équivalente, du type "pausa del disordine" ou suspension partielle du désordre.
Elle n'a de sens que spécifique à celui qui la conçoit, c'est-à-dire issue d'une intuition individuelle; les lois du contrepoint ni telle formule de la physique n'y peuvent suffire.
Tout choix étant une coupure dans une arborescence, reste l'autre attitude : organisation de ruptures au sein d'un milieu très ordonné (minéral), d'incursions de conscience dans une matière inerte. C'est alors la rupture partielle d'un ordre pour répondre à un niveau d'ordre plus élevé.

---

(1) Voir "Il nanosecondo ben temperato" A. Riotte - Rivista IBM 2/1969. Encore fallait-il définir un langage de concaténation, dont la description sera faite ailleurs.

On s'intéressera ici à cette seconde approche, plus proche de l'imprégnation dionysiaque que de l'intrusion apollinienne. La théorie de l'information a mis à jour la relation entre le taux de redondance d'un message et sa communicabilité. Or il existe une organisation musicale qui met à nu cette redondance : c'est la répétition simultanée de motifs de durées différentes mais commensurables.

Olivier Messiaen a utilisé abondamment cette technique et ses dérivés (2). On la retrouve même, sous une forme plus cachée, dans le Soleil des eaux de Pierre Boulez (3).
Etant donné les potentialités d'un modèle informatique issu de cette technique, pour peu qu'il soit suffisamment élaboré, il m'est apparu utile de pousser l'analyse de l'une des premières partitions qui, à ma connaissance, exploite consciemment ce principe : la première des trois pièces pour Quatuor à Cordes d'Igor Stravinsky (4), qui datent de 1914.
Je n'aurais pas entrepris la description détaillée de cette analyse, qui en serait restée aux constatations élémentaires de rencontres entre phénomènes périodiques, si des travaux personnels de composition (5) ne m'avaient fourni la clef de la structure de la mélopée du 1er violon qui en constitue l'élément monodique essentiel.
C'était l'occasion de jeter les bases d'un modèle d'engendrement mélodique dont les résultats ne portent plus trace d'automatisme.
D'autre part, le pénétrant travail de Patrick Greussay (6) sur une très courte pièce de Bela Bartok m'a persuadé qu'il était plus fructueux pour des travaux futurs sur ordinateur d'approfondir à l'extrême une structure limitée que de s'en tenir à des considérations globales sur des constructions de plus grande envergure.
L'analyse qui suit procédera donc de plusieurs niveaux d'approche successifs puis simultanés réagissant les uns sur les autres :
- un niveau de simple observation des phénomènes mis en jeu, dégageant des interprétations possibles -non nécessairement exclusives entre elles- du découpage du texte;

---

(2) Voir les exemples du chapitre VI - Polyrythmie et pédales rythmiques dans Technique de mon langage musical - Olivier Messiaen. Leduc 1964
(3) 1er poème : complainte du lézard amoureux, chiffre 6 de la partition Heugel 1959
(4) Editeur-propriétaire Boosey et Hawkes
(5) Suite explicite pour Clarinette seule - A. Riotte
(6) Un modèle informatique de description de structures musicales - Communication personnelle.

- un niveau de rationalisation de ces observations, lié aussi bien aux proportions de l'oeuvre elle-même qu'à la structure fine du langage, qui implique des hypothèses globales, hypothèses dont l'économie et les potentialités justifieront le choix;
- enfin, un niveau de spéculation, de construction d'un modèle qui utilisera les hypothèses retenues en vérifiant leur portée et leurs liens pour la description du texte choisi.

On abordera ci-dessous ces trois niveaux, en montrant chaque fois qu'il sera possible les conséquences ou les raisons des choix et décisions non explicites de l'auteur.

I. Analyse formelle.

Observations élémentaires sur la forme globale de la pièce

Une première écoute met en évidence le caractère répétitif des éléments du discours; quatre événements s'y distinguent aussitôt, soit en allant du simple au complexe

- une note tenue, le ré, émise par l'alto du début à la fin, analogue à la pédale obligée de certains instruments folkloriques
- une pédale rythmique et harmonique à base 7 noires confiée au violoncelle et à l'alto (corde de ré) et répétée 14 fois. (figure 1)
- une apostrophe monodique énoncée par le second violon, formée d'un motif conjoint descendant de 4 notes présenté alternativement une seule fois (apostrophe proprement dite) et deux fois successives (apostrophe-écho) avec 2 articulations distinctes (tiré et poussé) (figure 2). Chaque apparition du motif est séparée de la suivante par des silences variables, mais on observe déjà que les apostrophes-échos sont cycliques à base 21 noires
- une mélopée confiée au 1er violon, construite sur un mode défectif de 4 notes conjointes, cyclique à base 23 noires, répétée 4 fois intégralement et une fois partiellement avec modification finale (figure 3). La mélopée est une phrase formée d'un antécédent A et d'un double conséquent B.B', B' issu de B par ajout de 2 valeurs à gauche. L'antécédent est formé de la succession d'un rythme masculin et d'un rythme féminin, avec accent expressif sur la syncope et redoublement de l'accent tonique et de la désinence. Le conséquent B commente le rythme féminin, sans répétition de l'accent tonique; quant à B', tout en conservant la structure rythmique de B, il transforme le rythme féminin en masculin, par recouvrement de la désinence avec le premier son de la phrase suivante. D'autre part, les durées (A : 11 ♩, B : 6 ♩, B' : 6 ♩) postulent à la fois une alternance binaire et ternaire de temps forts dans A, et une alternance seulement binaire dans B et B', mais avec un décalage

d'une unité (♩) entre B et B' dû à la valeur ajoutée à gauche de B'. Cette première analyse sommaire indique déjà la prépondérance de A sur B et B', qui ne font par ailleurs qu'exploiter certains aspects fragmentaires de A.
Enfin, le caractère répétitif des événements définit une trame harmonique verticale de 12 sons répartis en 3 groupes de 4 sons formant un mode de 9 notes. Les références à la tonalité de sol majeur sont évidentes : poids du sol faisant fonction de tonique dans la mélopée, pédale de ré évoquant la dominante, extrémités de la trame à la sous-dominante.

Retour sur la durée de la pièce

Etant donné la durée de base de la mélopée (23 ♩) et le cycle de base de l'apostrophe-écho (21 ♩), il s'agit de déterminer les raisons du choix du sous-ensemble de rencontres retenues (4 pour l'apostrophe-écho, 5 pour l'apostrophe) parmi les possibles, la chaîne complète comportant évidemment 21 répétitions de la mélopée et 23 de l'apostrophe-écho.
D'après les observations précédentes sur la structure de la mélopée, et si l'on accepte pour l'instant l'initialisation (temps 19) de l'apostrophe-écho, on observe (figure 4) qu'étant donné son taux de glissement (2 ♩ à gauche) par rapport à la mélopée, seules les 4 interventions cycliques retenues n'interfèrent pas avec l'antécédent A.
C'est donc sur A, qui porte la substance mélodique, comme le montrera plus loin une analyse fine de la mélopée, que devront intervenir les apostrophes irrégulières. De même que B et B' ne sont que des commentaires de A, l'apostrophe-écho régulière (commentaire redondant et affaibli de l'apostrophe de par sa régularité même) n'intervient que sur BB'.
On observe d'autre part que, comme B et B' ont la même durée (6 ♩), mais que B' est identique à B à une ajoute initiale près de 2 ♪ = 1 ♩, son dernier accent se résolvant sur le premier temps du A suivant, les interventions de l'apostrophe-écho sont décalées d'une ♩ entre B et B' et épuisent les interférences possibles.

Analyse de la pédale rythmique, interférences avec l'apostrophe

On a vu (figure 1) que la pédale rythmique n'utilisait que 2 unités de durée, la ♪ et la ♩. Les 3 mots de l'alphabet employé pour la constituer sont x_1, x_2 et x'_1 (figure 5). On note d'abord que le groupe de base x_1 x_2 est issu rythmiquement de la tête de la mélopée. La pédale rythmique P peut alors être complètement décrite par la concaténation :

$$P = (x_1x_2x'_1x_1x_2x_1x_2)^m$$

Soit d'autre part a le mot de base de l'apostrophe (4 ♪), l'apostrophe-écho peut alors s'écrire a'a. Si l'on exprime les groupements de mots distincts de la pédale qui peuvent coïncider en durée avec a ou a' on trouve :

$$x_1x_2 = r, \quad x_2x'_1 = p, \quad x'_1x_1 = q, \quad x_2x_1 = s \text{ (figure 7)}$$

Les positions relatives de a et a'a avec la pédale rythmique dans le texte (figure 6) montrent clairement le phénomène : le terme a de l'apostrophe exploite les rencontres avec p, q et r dans l'ordre indiqué sur la figure 7, alors que les figures a et a' de l'apostrophe-écho exploitent uniquement la rencontre s (2 fois à chaque apparition de aa').
p et s sont les figures les plus proches au do de la basse près; à cause du nombre de leurs occurences (2 fois p; 4 fois 2 s) et de la position initiale de p dans le texte, on les considèrera comme régulières.
On constate maintenant que les déplacements de l'apostrophe correspondent, à l'intérieur de la période propre de la pédale rythmique (figure 8), aux 3 rencontres possibles non utilisées pour l'apostrophe-écho; à partir de la position de l'élément "régulier" p, ce sont de plus les déplacements minimaux possibles (+ 1 ♩ pour q, - 1 ♩ pour r). La position (r) non utilisée (figure 8) correspond à un déplacement de + 2 ♩ et recoupe la position s. En résumé, on peut considérer que les positions respectives régulières de l'apostrophe et de l'apostrophe-écho sont p et s s; elles sont perturbées pour l'apostrophe par les rencontres avec la mélopée comme on le verra plus loin, mais à l'intérieur de 2 limites :

a) elles doivent exploiter les variantes possibles distinctes de s, réservées à l'apostrophe-écho
b) elles doivent être à des distances minimales en plus ou en moins par rapport à la position régulière p.

Positions de l'apostrophe, interférences avec la mélopée

Une fois mises à jour les positions permises de l'apostrophe vis-à-vis de la pédale rythmique, restent à objectiver si possible les raisons de ses déplacements par rapport à sa position régulière.
On a déjà motivé le principe de ces déplacements : la première période de la mélopée est en effet la plus chargée d'information, celle au cours de laquelle des ruptures mélodiques se produisent (voir plus loin).
C'est donc sur cette période qu'interviendront les positions les moins prévisibles de l'apostrophe.
Les 5 rencontres effectives sont rassemblées figure 9. On constate :
- que les déplacements en II et III de l'apostrophe proviennent de la nécessité qu'elle laisse à découvert la syncope, accent expressif de la mélopée
- que le déplacement en IV correspond à un refus d'identité rythmique apostrophe-mélopée (il faut au moins une différence, voir II).

D'autre part en II un déplacement de + 2 ♪ au lieu d'une
- identifierait la formulation avec I
- serait en contradiction avec la condition b) du paragraphe précédent
- mettrait l'apostrophe en position "s" avec la pédale rythmique, contradictoire avec la condition a).

De même, un déplacement de + 1 ♩ au lieu de – 1 ♩ identifierait la formulation avec III.

Analyse et formalisation mélodique de la mélopée

On constate d'abord, étant donné les 4 notes formant le tétracorde employé
- une forte majorité d'intervalles conjoints à 3 exceptions près : 2 dans la 1ère période (tierce mineure descendante, tierce majeure descendante), une entre 2è et 3è période (quarte ascendante)
- l'exclusion de l'intervalle-unisson ou intervalle 0 (répétition de note).

En fait, si l'on considère que la formule conclusive de chaque période utilise uniquement l'oscillation entre sol et la, on peut dire que toute la substance mélodique est tirée de deux "noyaux" H_1 et H_2, (figure 10) considérés comme des boucles fermées auxquelles on fait appel en séquence tant qu'une condition externe d'interruption n'est pas donnée, avec spécification d'initialisation lors de l'appel (voir plus loin les conditions d'initialisation).

On remarque au passage que H_2 est extrait de H_1.
La description mélodique de la mélopée peut alors se formuler ainsi :

$$MEL(M) = \langle H_1(1, 4), H_1(2, 8), H_2(1, 5), H_1(6, 7), H_2(1, 3), H_1(4, 9), H_2(1, 2)\rangle$$

ou sous forme plus synthétique

$$MEL(M) = \langle H_i\ (k, Rj)\rangle$$

L'appel à MEL(M) devra simplement spécifier i = 1, 2, la valeur d'initialisation k, et la condition de rupture Rj.

Formalisation rythmique de la mélopée

On a vu que chaque voix avait sa période propre (7 ♪, 21 ♪, 23 ♪) et que les interférences provenaient de la simple superposition des voix pour la mélopée et pour l'ensemble formé par la pédale rythmique et l'apostrophe-écho (lesquelles coïncident dans leurs rencontres, la période de la pédale rythmique étant un sous-multiple de celle de l'apostrophe-écho) alors que l'apostrophe subissait des déplacements soumis à un ensemble de conditions logiques
- de possibilité de positions vis-à-vis de la pédale rythmique
- de choix entre ces positions vis-à-vis de la mélopée.

Or, on peut appliquer le même type d'analyse à l'intérieur d'une période de la mélopée quant à sa structure rythmique. En effet, soient 3 groupes de durées D_o, D_1 et D_2 (figure 11). D_o correspond à la tête de la mélopée, D_1 à ses groupes conclusifs, D_2 au corps des périodes de la manière suivante :
D_o, de par sa fonction initiale, aura préséance sur les autres groupes et sera présenté une seule fois. D_1 et D_2 seront considérés comme les "moments émissifs" de phénomènes périodiques de périodes $T_1 = 16$ ♪ pour D_1 et $T_2 = 14$ ♪ pour D_2.

Le complément de chaque durée émissive par rapport à la durée de la période sera une durée de silence (figure 12).
En ce qui concerne D_1, la dernière valeur étant aussi un silence (demi-soupir), on pourrait également la considérer comme faisant partie de la non-émission : toutefois une analyse de la structure interne de D_1 indique qu'il est issu de la figure β de D_o (figure 11) par répétition et ajout d'un silence séparateur (β').

La seconde présentation de β' amène donc à inclure le séparateur dans la structure de D_1.
Quant à D_2, sa structure est également issue de D_o sous forme de 2 figures non utilisées pour D_1 : la répétition γ, et la figure α sous forme diminuée (α'). On remarquera au passage que α et γ sont aussi les générateurs des 2 figures rythmiques de la pédale rythmique (figure 8 : $\varepsilon_1 \equiv \alpha$, $\varepsilon_2 = \gamma\alpha$) et des apostrophes (figure 2 $\delta_1 \equiv \gamma\gamma$, $\delta_2 = \gamma\gamma\gamma\gamma$). Toute la substance rythmique de la pièce est donc issue de D_o.
Revenons aux lois de génération des durées de la mélopée :
d'après les fonctions définies pour D_o, D_1 et D_2, la tête D_o devra précéder immédiatement une présentation du corps D_2. Quant aux alternances de D_1 et D_2 prélevées sur la chaîne de leurs interférences possibles (figure 13) il est facile de voir qu'aucune combinaison commençant par D_2 et se terminant par D_1 ne peut coïncider avec la durée requise (23 ♩ = 46 ♪), la fin des D_1 se plaçant toujours sur un nombre impair de croches. Quant aux combinaisons commençant par D_1, un seul prélèvement correspond au critère voulu (voir figure 13). On obtient donc la disposition de la figure 14; elle ne coïncide pas avec le début de la mélopée, ce qui se justifie pour 2 raisons :

- son caractère cyclique, qui la fait s'enchaîner sur elle-même
- le principe d'enchaînement de la fin de la mélopée avec son début, basé sur la double fonction du sol initial (résolution du dernier la de B' et première note de la tête).

Restent à définir les opérateurs d'interférences entre les processus D_o, D_1 et D_2.
On considèrera pour cette analyse 2 types d'interférences :

- le <u>masque total</u>, par lequel un processus ou un fragment de processus est interrompu si sa première valeur coïncide avec l'émission d'un autre processus. Exemple : $MT(D_o \rightarrow BD_1)$
- le <u>masque local</u>, par lequel un processus ou un fragment de processus en interrompt un autre pendant sa durée. Exemple : $ML(D_o \rightarrow D'_1)$.

Il faut enfin préciser la hiérarchie d'action des opérateurs :

1°) MT agit en premier lieu; D_1 étant la composante fondée sur une répétition de motifs, c'est elle qui devra subir - sur la dernière répétition, la seule littérale (BD_1) - l'effet de masque total, les composantes masquantes étant D_o et D_2. On écrira :
$D'_1 = MT(D_o, D_2 \rightarrow BD_1)$.

2°) ML agit ensuite dans l'ordre hiérarchique D_0, D_1 pour les parties masquantes $D''_1 = ML(D_0 \rightarrow D'_1)$

$$D'_2 = ML(D''_1 \rightarrow D_2)$$

3°) La résultante sera la superposition des transformées, qu'on écrira :

$$R = \Sigma (D_0, D''_1, D'_2).$$

Initialisation des noyaux mélodiques de la mélopée

Il faut maintenant déterminer les hauteurs affectées aux durées des transformées.

On rappelle d'abord que la répétition de notes est à exclure de la résultante.

L'initialisation de D_0 est $H_1(1)$.

L'initialisation de D_1 est $H_2(2)$ pour chaque groupe constitutif de sa période propre. Seul D_2, corps de la mélopée, devra avoir des initialisations variables. Il est clair que ces initialisations affecteront la transformée de D_2 après effet des masques (c'est-à-dire D'_2)(voir figure 14).

Elles se feront sur les deux notes non consonantes du noyau H_1 (figure 10), c'est-à-dire la et do. Trois initialisations sont possibles : $H_1(2)$, $H_1(4)$, $H_1(6)$.

Pour clarifier le choix, on reviendra sur le principe de composition utilisé : ruptures dans un milieu fait de régularités. Il s'agit de passer dans la texture mélodique de figures issues d'un noyau (H_1) à des figures issues d'un autre noyau (H_2).

Si les noyaux utilisés ont des notes communes, le passage d'une figure à l'autre peut se faire entre notes de l'une n'appartenant pas à l'autre. On aura alors une rupture véritable.

Ici H_2 étant un sous-ensemble de H_1, il peut y avoir recouvrement : c'est un principe connu de concaténation. Pendant le recouvrement, la régularité du phénomène précédent et celle du suivant coexistent (équivalence à celle d'un passage modulant appartenant à la fois au ton précédent et au ton suivant). On obtient dans ce cas une atténuation de rupture, un passage progressif d'une organisation à une autre.

Ces remarques permettraient même de donner une mesure du degré des ruptures survenant dans un langage.

Revenons maintenant au problème du choix d'affectation des notes de H_1 et H_2 à D'_2. Etant donné le tripartisme de la mélopée -qu'on peut déduire de l'observation des seules durées (figure 14 - rôle des silences comme séparateurs), et le rôle atténué que les conséquents ont vis-à-vis de l'antécédent, il est naturel d'attribuer à ce dernier la rupture la plus forte, et d'appliquer le principe de <u>concaténation avec recouvrement</u> ou CAR aux conséquents.

Pour l'antécédent, le choix d'initialisation de D'_2 est donc lié à la dernière note utilisée pour D_o, soit $H_1(4)$. Le principe de rupture écarte SI (note conjointe) donc $H_1(3)$ et $H_1(5)$, la non-répétition $H_1(4)$, le refus de régularité $H_1(1)$ (2 répétitions des 4 notes de H_1 en D_o et D'_2). Restent $H_1(2)$ et $H_1(6)$, la note la.

On peut vérifier que ces deux initialisations conduisent pour la liaison avec D''_1 à une répétition de note (la dernière note de D'_2 et première de D''_1).

Pour écarter cette répétition, on utilisera le principe suivant : Lors d'une rupture mélodique décidée entre figures rythmiques, on poursuivra l'affectation des notes du ler noyau aux durées de la seconde figure jusqu'à ce que la répétition avec les notes du second noyau affectées à cette figure disparaissent.

Ce principe peut être automatisé par tests, et l'initialisation du premier noyau peut lui être subordonnée. Il est facile de voir alors que seule l'initialisation $H_1(2)$ pour D'_2 peut être retenue.

Pour l'initialisation des 2 conséquents de D'_1, on appliquera simplement le principe de CAR déjà défini, qui donne immédiatement $H_1(6)$ et $H_1(4)$.

Le résumé des opérations ci-dessus est indiqué figure 15.

<u>Formalisation de l'accentuation de la mélopée</u>

Etant donné l'importance des coups d'archets, on étudiera également leur disposition.

Malgré la présence de 3 groupes de 2 doubles-croches, la valeur unitaire est la croche. On considèrera donc les coups d'archets comme affectés à la note lorsque les durées seront $\geqslant$ 1 ♪.

S'il y a broderie (retour sur une même note en doubles-croches, la note d'arrivée étant un temps fort), elle sera considérée comme une seule note. (Afin de distinguer les doubles-croches et la broderie, on leur attribuera l'articulation staccato).

En revanche, les coups d'archets seront affectés à une durée unitaire quand les durées seront < 1 ♪.
Enfin, plusieurs notes successives affectées d'un même coup d'archet seront toujours liées.
Ces règles établies, on formera un noyau ν (figure 16) constitué par la formule des coups d'archets de la tête D_o, et de son complément. Comme pour les hauteurs, il suffira d'initialiser le noyau pour chaque groupe.
On aura - pour D_o par définition $\nu(1)$
- pour D''_1 $\nu(3)$, les cellules rythmiques étant construites à partir des durées 3 et 4 de D_o. La répétition formelle de la seconde cellule (BD_1 de la figure 14) appellera évidemment une répétition du coup d'archet
- pour D'_2, on observe qu'une même figure (hauteurs + durées) se répète dans chacune des 3 interventions (figure 17). On lui donnera donc un poids particulier en lui affectant les mêmes coups d'archets que ceux du début de D_o. On les en distinguera enfin par un jeté.

Ces principes posés, l'initialisation des coups d'archets s'en déduit sans difficulté :

$\nu(8)$ 1er groupe
$\nu(7)$ 2è groupe
$\nu(5)$ 3è groupe

Mesures introductives et conclusives

On se rappelle que le corps de la pièce qu'on vient d'analyser est comme l'indique la séquence des mesures utilisées basé sur une durée multiple de celle de la pédale rythmique (14 fois 7 ♩). Les mesures qui l'encadrent font appel également à la même base; elles ne conservent que le phénomène pédale de dominante, en lui adjoignant la note conclusive du motif de base de la pédale rythmique, noté do ♯ par enharmonie (ce qui confirme l'identité de fonction harmonique des deux notes encadrant ré dans l'apostrophe - ré ♯ do ♯ - et la pédale rythmique - mi ♭ ré ♭ -.

Quant à la conclusion de la mélopée -dont la dernière présentation de la période propre est ainsi tronquée au cours de son antécédent - on peut l'interpréter de la manière suivante :
on considère la texture rythmique Σ de la mélopée (superposition des composantes D_o, D_1'', D_2') comme un tout, se poursuivant jusqu'à la dernière présentation complète de la période propre de la pédale rythmique. On interrompt l'affectation mélodique décrite pour la mélopée à la 5è valeur avant cette coupure, et on affecte aux 4 dernières valeurs les hauteurs tirées du noyau H_1, initialisé à $H_1(4)$ qui correspondent à la rétrogradation mélodique de la tête (D_o).
Le rôle de syncope de la dernière valeur suggère le maintien de la dernière note pendant la durée équivalente à l'antécédent, sans la répétition du motif conclusif (BD_1), mais comprise la valeur du silence séparateur du 1er motif.
Malgré l'inutilité d'imaginer un modèle pour cette conclusion - on la considèrera plutôt de même que l'introduction, comme la dernière touche à apporter "manuellement" au modèle - ces dernières constatations confirment à la fois le rôle organique du demi-soupir séparateur dans le motif conclusif, et la fonction facultative de sa répétition globale, telle qu'elle a été formalisée lors de la description de l'opérateur MT.

II. Un modèle informatique de la pièce.

Les concepts

L'analyse précédente a mis à jour un certain nombre de procédures qui permettent de décrire le détail de la réalisation de la pièce. On verra plus loin l'articulation d'ensemble définissant la séquence des opérations. Toutefois, on va tenter d'abord de faire un pas de plus en avant, et de dégager les bases de sa conception même - ce qui nous sera rendu possible par l'extrême économie des matériaux mis en jeu.

On peut dégager d'emblée l'impact de deux sources distinctes l'une sur l'autre : la musique populaire et la tradition musicale.

De la danse paysanne sont issus en particulier : le mode défectif de 4 sons du 1er violon, la pédale de ré qui évoque la basse obligée de la vielle à roue (*), la fixité de la trame harmonique, la base rythmique cellulaire et l'utilisation purement binaire des durées.

De la tradition proviennent : la formation instrumentale, l'utilisation ambigüe de la tonalité de sol, en partie contredite par les distorsions enharmoniques autour de la dominante (do♯ ré♯ ≃ ré♭ mi♭ fig. 18), la caractérisation des parties constitutives, accusée par la distinction des timbres (sul. G, du talon ff, ponticello, pizz).

Mais derrière ces deux sources, dont la première est prépondérante sous les apparences de l'obsession répétitive, on décèle les germes de la contradiction : périodes premières entre elles, déplacement autonome de l'apostrophe, opposition à la coupe binaire dans la structure même de la mélopée.

On a pu situer ainsi les trois germes initiaux de la pièce dans l'ordre de leur émergence : obsession, tradition, contradiction.

---

* L'évocation est encore accusée par le jeu près du chevalet
par l'introduction et la conclusion qui laissent à découvert la pédale, à laquelle s'ajoute le côté grinçant de l'intervalle de 9è min.

Cette dernière remarque apporte un sens supplémentaire aux mesures introductives et conclusives.

Les données de base

On a résumé en un tableau (fig. 18) les données de base et les paramètres déduits.

Les deux données fondamentales sont, on le rappelle :

- la tête de la mélopée, munie de toutes ses structures (durées, hauteurs, articulation)
- la trame harmonique (fig. 19), formée de 12 sons étagés, dont l'injection dans une octave forme par enharmonie un mode défectif de 9 sons (ton de sol plus les deux demi-tons encadrant la dominante). Cette trame est divisée en 3 groupes de 4 sons N_o, N_1, N_2 dont 1 groupe conjoint (N_2), chacun étant un sous-ensemble des tessitures des instruments affectés. C'est à chacune de ces zones que sont rattachés tous les paramètres déduits, y compris les timbres (considérés ici comme des éléments de l'ensemble "modes de production des sons des instruments à cordes"*).

  Les paramètres déduits, abondamment décrits dans le cours de l'analyse, ne demandent pas de nouveau commentaire.

Les étapes de réalisation

On voit maintenant plus clairement les étapes nécessaires :

a) constitution des figures composées (durées, hauteurs, articulations, nuances) qui formeront la période propre des parties périodiques ou non, choix des périodes propres

b) description des lois de déplacement des parties mobiles autour d'une période propre (apostrophe) : ces déplacements s'expriment en fonction des positions respectives des autres parties (interférences)

c) détermination des limites (frontières de déplacements permises) fixant le nombre des interférences à retenir et donc la durée de la pièce

d) déroulement effectif du programme

e) rédaction "libre" de l'introduction et de la conclusion (**).

---

* On voit d'autre part par la réalisation qu'est appliqué implicitement un principe de"compatibilité" entre les parties constitutives, y compris l'apostrophe-écho mais non comprise l'apostrophe; ce principe souvent utilisé depuis postule qu'une fois établi un algorithme, toutes les rencontres harmoniques et contrapunctiques possibles qui en découlent sont "bonnes".

** On observe le même phénomène par exemple pour la conclusion d'une pièce d'autre part banalement algorithmique, "l'échange", 3è des 20 regards sur l'Enfant-Jésus pour piano d'Olivier Messiaen, dont il est plus économique de décrire la dernière mesure hors des mécanismes mis en jeu.

L'étape a) réclame une attention particulière quant à la synthèse de la période propre "mélopée". Cette dernière comporte en effet plusieurs phases intermédiaires constituant un sous-programme (fig. 21) :

1) constitution de la figure (D_1, H_2, ν) et de la figure rythmique D_2 (formalisées, mais non par un mécanisme algorithmique)
2) calcul des périodes propres T_1 et T_2, T_o étant fixée, et choix de leurs interférences (fig. 13). Initialisation de D_o par rapport à la chaîne ainsi constituée
3) application dans l'ordre des opérateurs :
   MT de D_o et D_2 sur D_1 soit D'_{1i} $i = 1, 2, 3$
   ML de D_o sur D'_1 soit D''_{1i} $i = 1, 2, 3$
   ML de D''_1 sur D_2 soit D'_{2j} $j = 1, 2, 3$
4) initialisation des noyaux mélodiques des figures composées (D'_{2j}, $H_1(k)$) et corrections de hauteurs qui en découlent sur les autres parties (D'_{1i}, H_2)
5) application du noyau ν (articulation) aux figures (D'_{2j}, $H_1(k)$) : principes d'initialisation
6) opération Σ sur les 3 figures composées complètes correspondant à D_o, D''_1 et D'_2. Réinitialisation de la période propre de la mélopée.

On peut ainsi mettre en lumière la frontière précise en deça de laquelle le choix des paramètres, issu des données de base, est dévolu à la décision du compositeur, mais à l'intérieur d'une formalisation.
L'organigramme correspondant représenté fig. 20 dans son apparente évidence prend ainsi une valeur nouvelle. On y a ajouté, pour d'autres applications, les modifications éventuelles.

Conclusions de l'analyse précédente

Dans le cours de la description qui précède, on a pu élucider le détail des opérations nécessaires à la définition d'un modèle de la pièce.
On n'a écarté aucun détail d'écriture ni de forme; on a précisé au passage non seulement la structure algorithmique des parties, mais les conditions qui déterminent la longueur de la pièce, les interférences entre ces parties; afin d'élucider la structure de la mélopée, on a décrit les éléments d'un modèle de génération mélodique basé lui aussi sur des interférences de groupes à périodes premières entre elles à l'intérieur de la période propre de la mélopée.
On a défini les concepts de noyau mélodique, les opérateurs d'occultation MT et ML, le principe de la hiérarchie de leurs effets, l'affectation des notes des noyaux mélodiques avec leurs conditions d'initialisation; on a précisé enfin les conditions d'articulation, basées elles aussi sur l'appel à un noyau "coups d'archets".

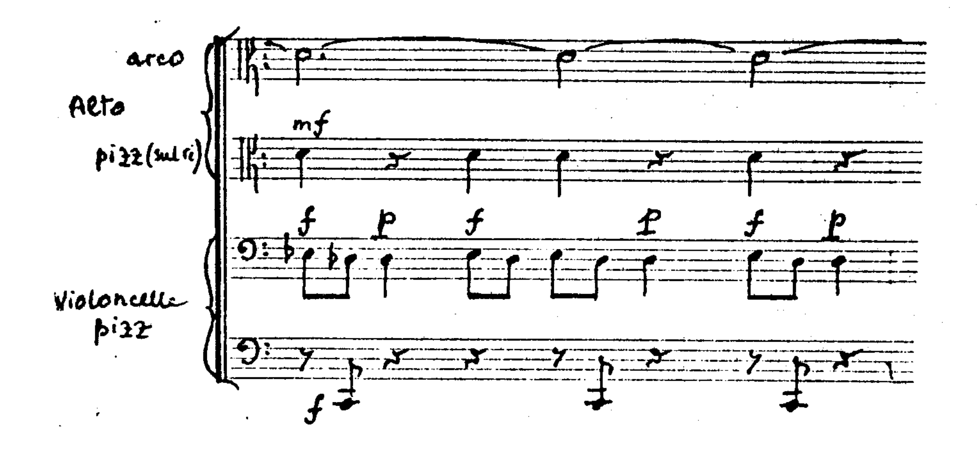


Fig. 1. Unité de base de la pédale (7 ♩).

2me violon
sur le sol

a) b)

ff ff

Fig. 2. Figures de l'apostrophe (a) et de l'apostrophe-écho (b)



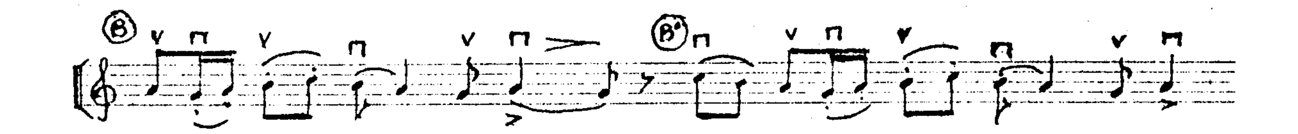


Fig. 3. Unité de base de la mélopée (23 ♩)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23

Mélopée
4 fois

la 5e

Apostrophe

8 8

7 7

6 9 6

9 7

Fig. 4 . Positions relatives de l'apostrophe et de l'apostrophe-écho vis-à-vis de la mélopée.

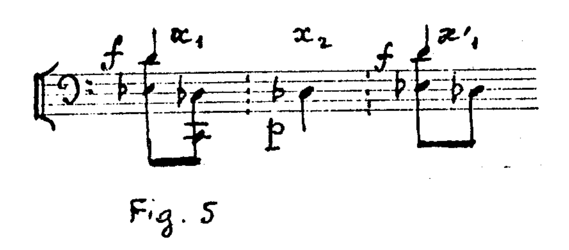


Fig. 5

Fig. 6. Positions relatives de l'apostrophe et de la pédale rythmique

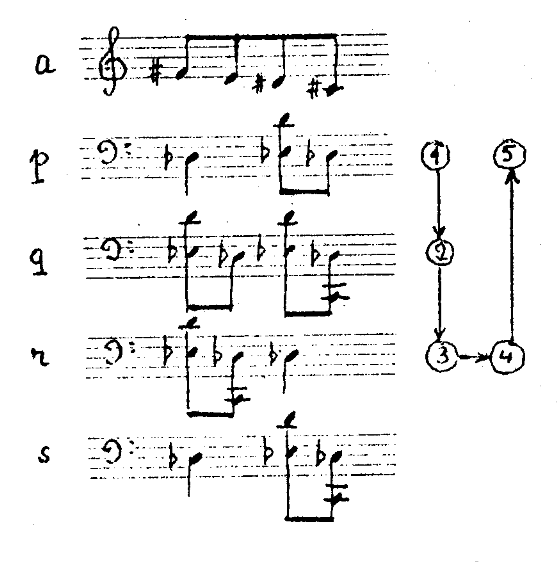


Fig. 7. Coïncidences distinctes possibles

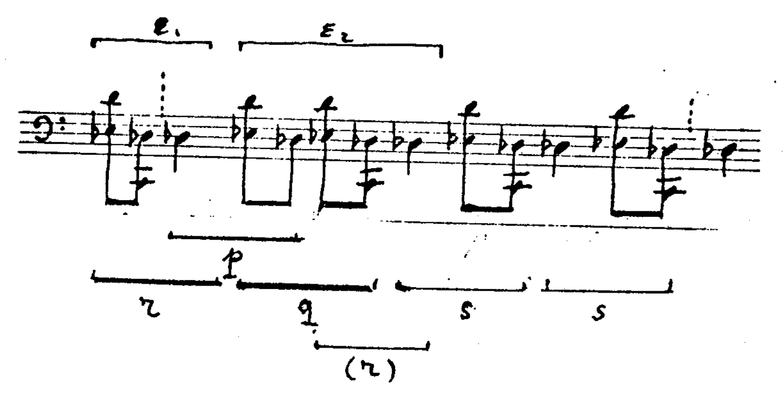


Fig. 8 Positions de l'apostrophe vis-à-vis de la période propre de la pédale rythmique.
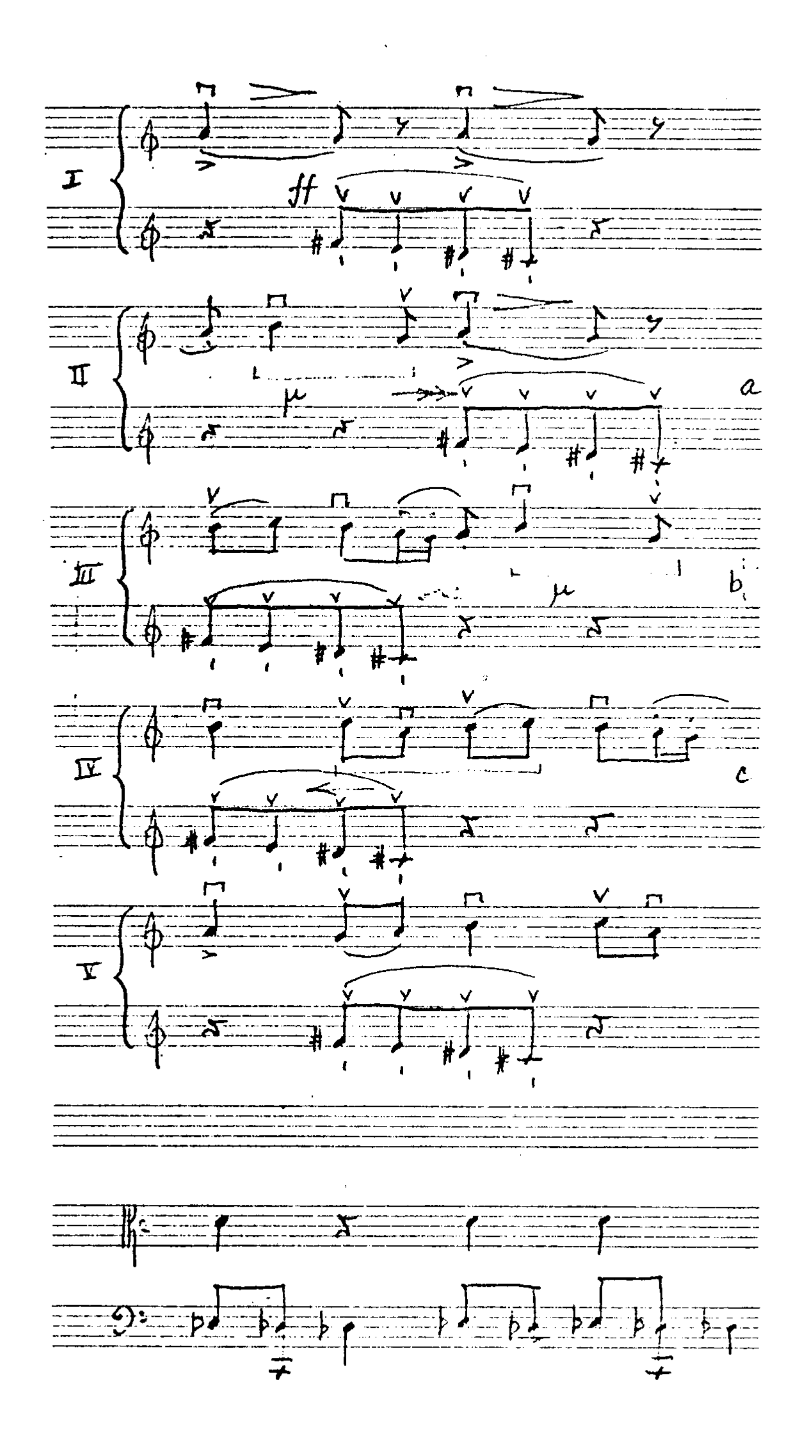


Fig. 9. Rencontres entre la mélopée et l'apostrophe.

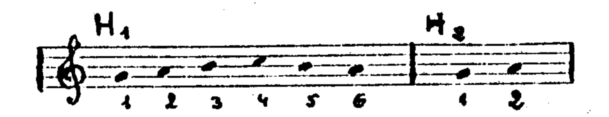


Fig. 10. Noyaux mélodiques de la mélopée

D_0 α β γ

D_1 β β' β'

D_2 γ γ α γ

Fig. 11. Groupes rythmiques de base

T_0 < 5 ♪ >< 41 𝄾 > D_0

T_1 < 11 ♪ >< 5 𝄾 > D_1

T_2 < 8 ♪ >< 6 𝄾 > D_2

Fig 12. Structure des unités d'interférence

D_1 > 16 ♪ <

D_2 > 14 ♪ <

< 23 ♪ >

Fig 13. Interférences D_1 D_2 et prélèvement retenu

D_0

D_1

BD₁

D_2

Temps forts

Opération $D'_1 = MT\,(D_0, D_2 \rightarrow BD_1)$

D'_1

Opération $D''_1 = ML\,(D_0 \rightarrow D'_1)$

D''_1

Opération $D'_2 = ML\,(D''_1 \rightarrow D_2)$

D'_2

Résultat :

D_0

D''_1

D'_2

Période propre de la mélopée.

Fig 14. Effets des opérateurs MT et ML

H1 ① 2 3 4 — 1 2 3

D0

[H2 ② 1 2 1 2 1 — ② 1 2 1 — ② 1 2 (1 2) CAR

D"1 (6) Test

H1 ② 3 4 5 6 1 2 3 — ⑥ 1 2 3 4 5 (6 1 2) CAR — ④ 5 6 1 2 3 4 5 (6 1 2) CAR

D'2

Fig 15. Affectation des hauteurs

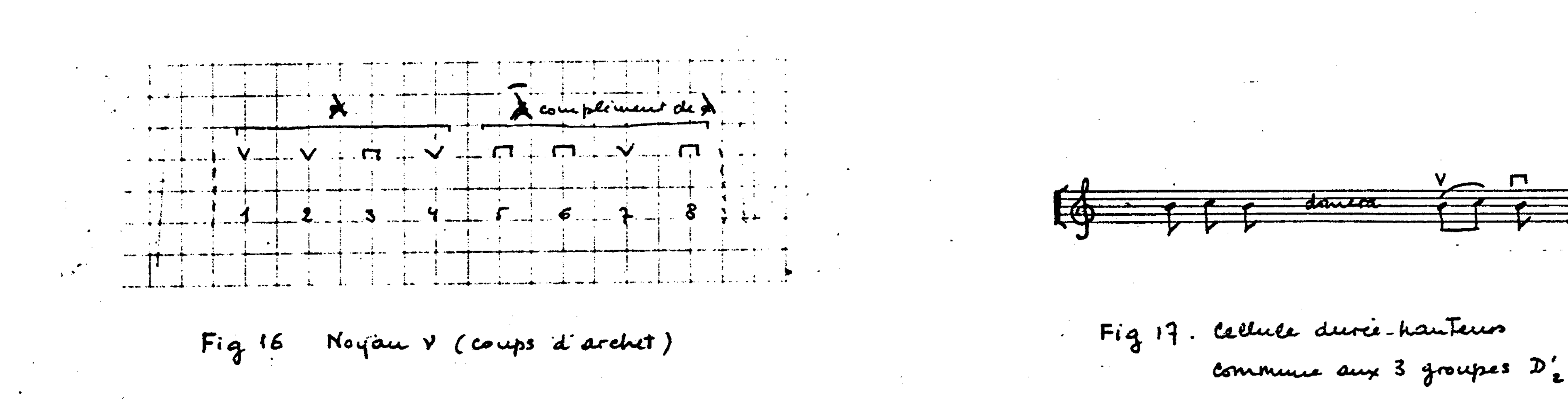


Fig 16 Noyau γ (coups d'archet)

Fig 17. Cellule durée-hauteurs commune aux 3 groupes D'_2

		DUREES	HAUTEURS	ARTICULATIONS	DYNAMIQUE	DENSITÉS	TIMBRES
DONNÉES DE BASE	Trame Harmonique		N_2 N_1 N_D				
	Tête	D_0	H_0	λ	mf	1	
	Matériaux intermédiaires	α β γ / α' β'	H_1 H_3 / H_2	$\nu = \lambda\bar{\lambda}$			
	Mélopée	T_0 / D_1 / D_2 / (T_1) / (T_2)	H_2 / H_1	ν / ν	mf	1 / 1	1er Violon sul G glisser sur toute la longueur de l'archet
	Apostrophe / Ap.-Echo	T_3 / (T_3) / δ_1 / δ_2	H_3	$f(\nu)$	ff	1 / 1	2ème Violon sul G du Talon
	Pédale rythmique	T_4 / ε_1 / ε_2	H_4	-			
	x_1	• •	init. $H_4(3)$	(pizz)	f	2, 2	Alto + Violoncelle pizz
	x'_1	•	init. $H_4(4)$	"	f	2, 1	
	x_2		$H_4(2)$	"	p	1	
	Pédale de ré	-	$H_4(2)$	Tenue	p	1	Alto arco ponticello

Fig 18. Materiaux de base et paramètres déduits

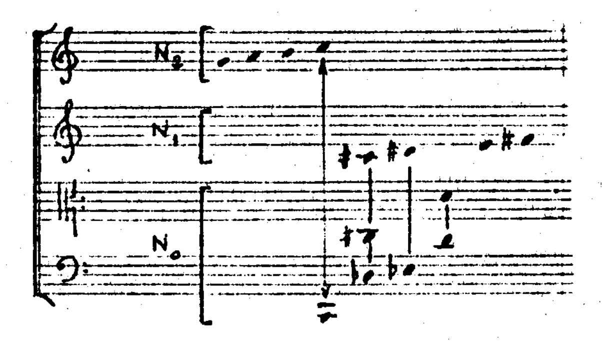


Fig. 19 Trame harmonique

DONNEES DE BASE → CONCEPTION

CHOIX DES PARAMÈTRES → FORMALISATION

MODIFICATIONS

ECRITURE DU PROGRAMME

MODIFICATIONS

CALCUL DU PROGRAMME → ALGORITHMISATION

ECRITURE EVENTUELLE DES EXTREMES → INTERVENTIONS "MANUELLES"

Fig. 20 Etapes de réalisation

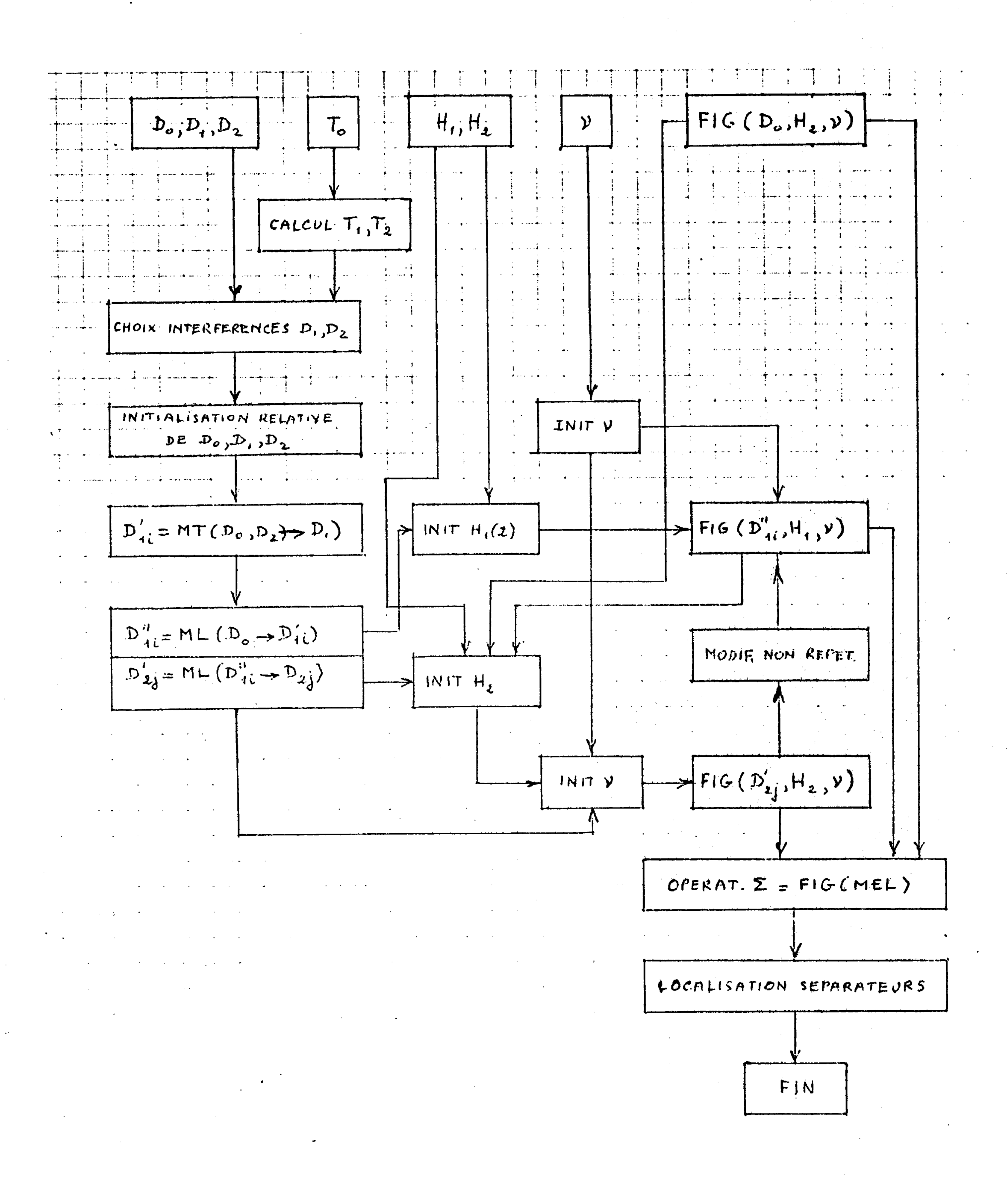


Fig. 21 Sous-programme MELOPEE

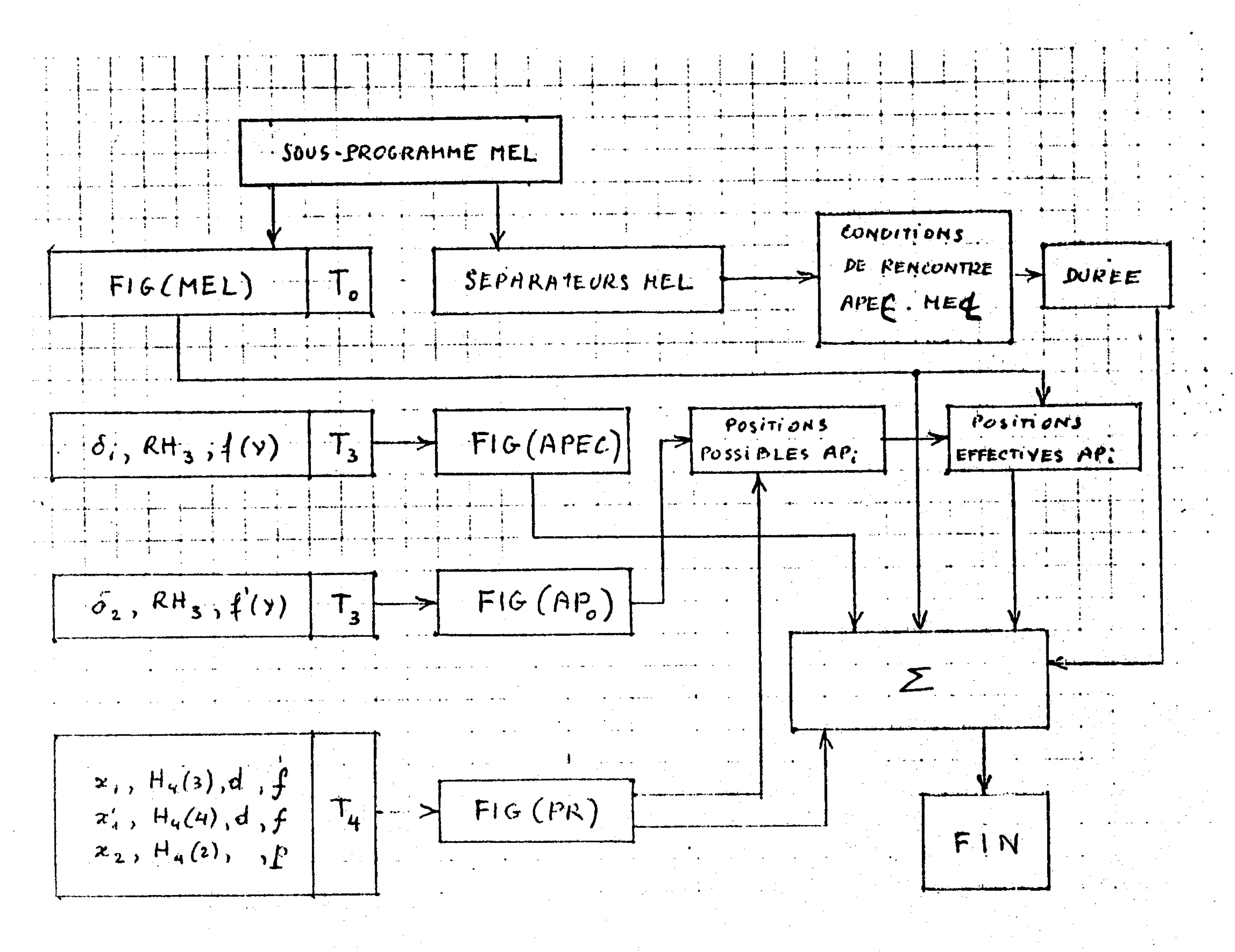


Fig. 22. Programme principal

JIG

PATRICK BUDA

JIG

Jig ou Gigue (pour les xénophobes) ; toute ressemblance avec les mots gigots ou gigoter ne saurait être fortuite; il s'agit en effet d'une musique à tempo rapide accompagnant une danse qui l'est toute autant. Musique traditionnelle, musique populaire dont les racines plongent dans le lointain passé, mais qui reste toujours vivante et connait même un renouveau, par exemple en Irlande (paradis des écolos).
A quoi ressemble une Jig irlandaise ?
Le mieux pour le savoir c'est encore d'en écouter. Je vous conseille quelques disques au passage: BOTHY BAND , PLANXTY, CHIEFTAINS, BOYS OF THE LOUGH (publicité non payée, malheureusement!)

Le rythme est ternaire (mesures à 6/8 ou 9/8 pour les slip jigs) en général dans la tonalité de Ré ou de Sol.

La forme la plus courante est la suivante:
ABACABAC-DEDFDEDF
Chaque membre correspondant en général à deux mesures.
Le but du programme presenté ici est de générer des musiques de ce type, la sortie étant une partition.

Il y a treize hauteurs de notes possibles: Ré, Mi, Fa#, Sol, La ,Si, Do (ou do# suivant la tonalité),Ré,Mi, Fa#, Sol, La, Si,
Les rythmes seront générés par demi-mesures. Puisque les mesures sont en 6/8, on aura donc 3 battues à la croche par demi-mesure; ce qui donne 4 rythmes possibles: ♪♪♪, ♩♪, ♪♩ ou ♩.

Avant la première mesure, on a la possibilité de générer une anacrouse qui sera une croche.
Les hauteurs de l'anacrouse, de la première note du membre A et du membre D seront tirées au hasard.

-L'initialisation des tirages se fait par l'appel du sous programme TIRI
-Pour tirer une hauteur on appelle le sous-programme TIRN
-Pour tirer un rythme de demi-mesure, on appelle TIRR
-Pour tirer un successeur a une hauteur, on appelle TIRS

Les nombres aléatoires sont fournis par la fonction machine RANF (sous programme TIRH) initialisée par le sous programme machine RANSET. Le résultat de RANF est un entier.
Dans TIRN on ramène le tirage à un nombre compris entre un et 13.
Dans TIRS et TIRR à un nombre compris entre 1 et 100.
On applique ensuite des filtres à ces nombres aléatoires pour obtenir des valeurs avec la probabilité désirée.

Désignation des identificateurs:

-dans le programme principal:

MNOT (I) = nombre de notes contenues dans la demi-mesure I

HRYTM (M2) = rythme de la demi-mesure M2 (4 possibilités: ♪♪♪, ♩♪, ♪♩, ♩. codées 1,2,3,4)

HTEMP(J,K) = code de durée d'une note (1=♪, 2=♩, 3=♩.) pour le rythme J et la Kième note.

HRYTM / HNOT	1	2	3	4
1 note				HTEMP = 3
2 notes		HTEMP = 2,1	HTEMP = 1,2	
3 notes	HTEMP = 1.1.1			

HSUC(K) = contient les successeurs d'une hauteur.

HPILN(K) = pile contenant la hauteur de la Kième note

HPILT(K) = pile contenant la durée de la Kième note

m2 = numéro de la demi-mesure

M = numéro de la mesure

HP = pointeur de pile

HPM1 = autre pointeur de pile servant à la recopie

HNOT = hauteur de note(1 à 13)

HDM = nombre de demi-mesures à générer

HN = nombre de notes dans la demi-mesure

BFIN = Booléen permettant de tester si la totalité des mesures a été générée.

HY = entier aléatoire

-Dans le sous-programme TIRS;

HID = écart en valeur absolue entre une hauteur et son successeur.

HPLS = facteur de pondération pour déterminer le signe de la correction effectuée sur la hauteur.

-Dans le sous-programme PART:

BR(5) = contient les caractères C,*,O,I et . nécessaires à l'impression.

BTAB(13,240)=tableau contenant la représentation de la partition (les 13 lignes correspondent aux 13 hauteurs.

HTS = somme des durées des notes d'une demi-mesure.

HCM = nombre de mesures

Déroulement du programme :

Le programme principal est divisé en 4 parties :

- du début jusqu'à l'étiquette 40 : initialisations et génération de l'anacrouse lorsque cette option est demandée .
- de l'étiquette 40 à l'étiquette 60 : générations des hauteurs et des rythmes.
- de l'étiquette 60 à 80 :les mesures 1-2 et la moitié de la mesure 3 sont recopiées et vont constituer les mesures 5-6 et la moitié de la mesure 7.
- de l'étiquette 80 à la fin : génération de la dernière demi-mesure de la phrase et test sur la fin éventuelle du morceau. On impose une contrainte sur la dernière hauteur qui doit être la tonique ou la quinte ;donc 4 possibilités puisqu'il y a 2 octaves. Tant que la dernière hauteur ne satisfait pas à ces critères on regénère toute la dernière demi-mesure jusqu'à satisfaction. Lorsque la mélodie a été totalement générée on appelle le sous programme d'impressions PART ;sinon, on retourne à l'étiquette 40.

PROGRAMME JIG

DEBUT

INITIALISATION DU TIRAGE AU HASARD CALL TIRI

DESIREZ VOUS UNE ANACROUSE ?

NON

OUI

TIRAGE D'UNE HAUTEUR CALL TIRN

RANGEMENT DE LA HAUTEUR et D'UNE CROCHE DANS LES PILES

TIRAGE D'UNE HAUTEUR : CALL TIRN

INCREMENTATION DE LA MESURE M = M + 1

DEBUT DE BOUCLE SUR LE NOMBRE DE DEMI-MESURES A GENERER

INCREMENTATION DE LA DEMI-MESURE M2 = M2 + 1

TIRAGE D'UN RYTHME POUR LA DEMI MESURE CALL TIRR

M2 = 16 ?

NON

OUI

DEBUT DE BOUCLE SUR LE NOMBRE DE NOTES DE LA DEMI-MESURE

RANGEMENT DE LA HAUTEUR ET DU RYTHME DANS LES PILES

TIRAGE D'UN SUCCESSEUR POUR LA HAUTEUR CALL TIRS

FIN DE BOUCLES

TEST SUR M

M = 1,2,3,7

M = 5,6

M = 4

IMPRESSION : ERREUR RECOPIE

FIN

DEBUT DE BOUCLE M2 = 1,5

RECOPIE DU RYTHME DE LA DEMI-MESURE M2

DEBUT DE BOUCLE SUR LE NOMBRE DE NOTES DE LA DEMI-MESURE RECOPIEE

RECOPIE DES NOTES ET RYTHMES DES PILES POUR LA DEMI MESURE

FIN DE BOUCLES

DEBUT DE BOUCLE SUR LE NOMBRE DE NOTES DE LA DERNIERE DEMI-MESURE

TIRAGE D'UN SUCCESSEUR POUR LA HAUTEUR CALL TIRS

FIN DE BOUCLE

DERNIERE HAUTEUR = 1, 5, 8 ou 12 ?

NON

OUI

DEBUT DE BOUCLE SUR LE NOMBRE DE NOTES DE LA DERNIERE DEMI-MESURE

RANGEMENT DE LA HAUTEUR ET DU RYTHME DANS LES PILES

FIN DE BOUCLE

FIN DE LA MELODIE ?

OUI

NON

IMPRESSION DU CONTENU DES PILES

IMPRESSION DE LA PARTITION CALL PART

FIN

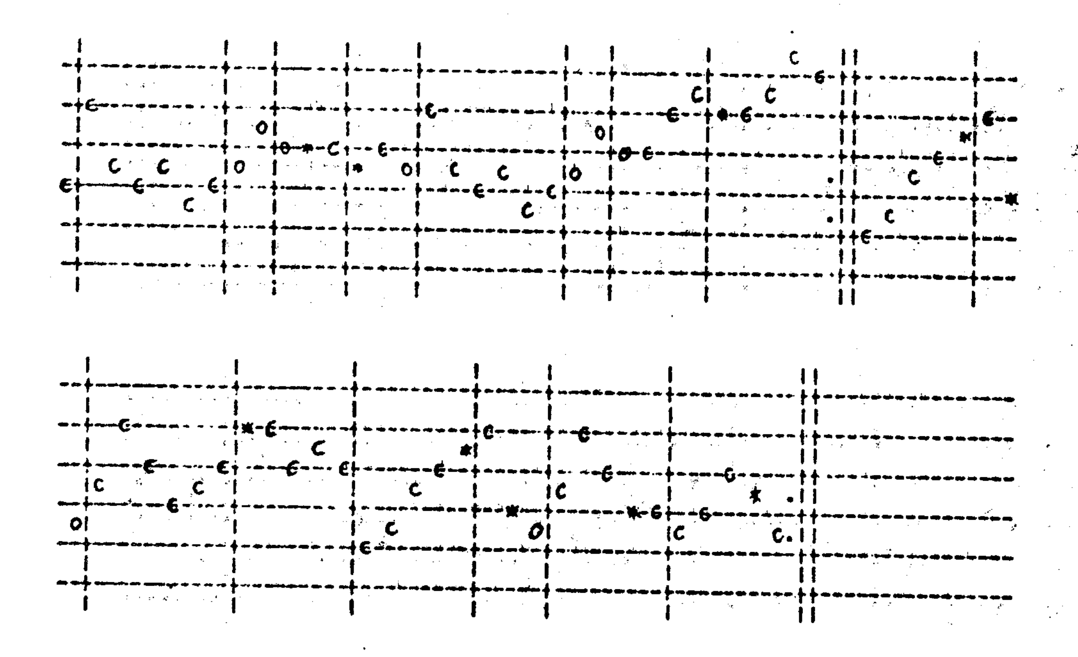
```
      IMPLICIT INTEGER*2(H),REAL*8(D),LOGICAL*1(B)
C
C        PROGRAMME PRINCIPAL
C
      COMMON/GEN/MNOT(4),HTEMP(4,3),HSUC(3),HRYTM(16),HPILN(100),HPILT(1
     *00)
      BFIN=.FALSE.
      M2=0
      M=0
      HP=1
      CALL TIRI(HY)
      WRITE(6,10)
10    FORMAT(2X,'SI VOUS DESIREZ UNE ANACROUZE TAPEZ 1')
      READ(5,20) HA
20    FORMAT(I1)
      IF(HA-1)40,30,40
30    CALL TIRN(HNOT)
      HPILN(HP)=HNOT
      HPILT(HP)=1
      HP=HP+1
40    CALL TIRN(HNOT)
45    M=M+1
      IF(M.EQ.1)HPM1=HP
      HDM=2
47    DO 50 I=1,HDM
      M2=M2+1
      CALL TIRR(M2)
      HN=MNOT(HRYTM(M2))
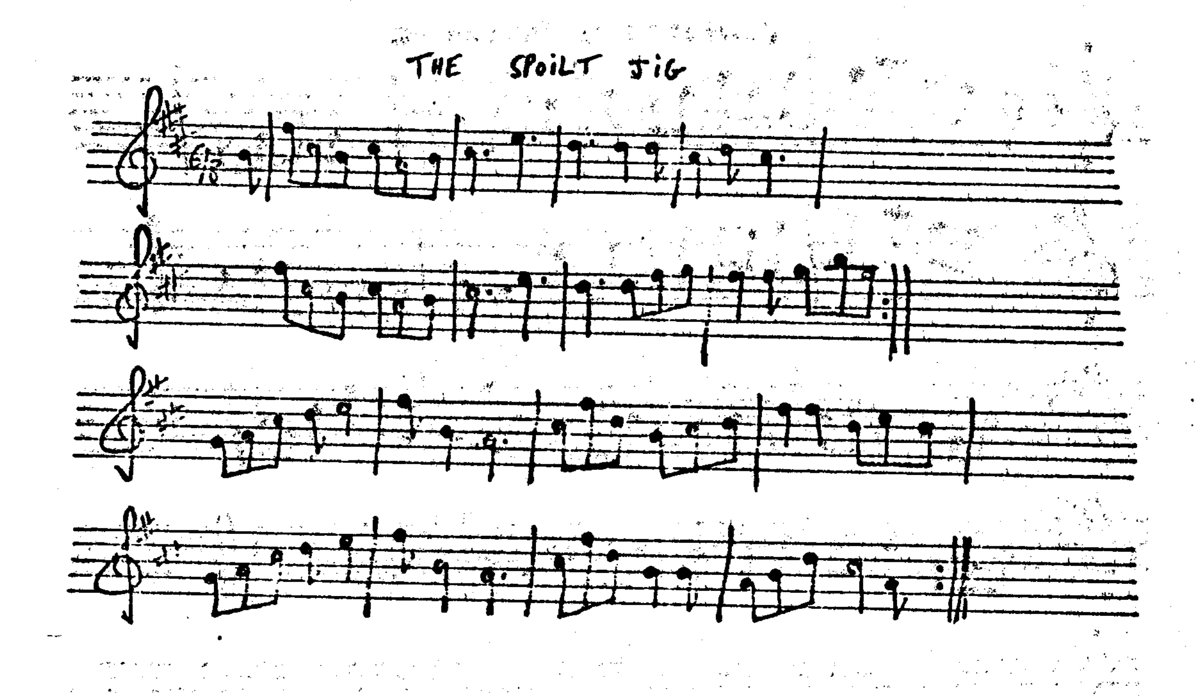

      IF(M2.EQ.16)GO TO 80
      DO 50 HI=1,HN
      HPILN(HP)=HNOT
      HPILT(HP)=HTEMP(HRYTM(M2),HI)
      HP=HP+1
      CALL TIRS(HNOT)
50    CONTINUE
      GO TO (45,45,45,60,62,62,45),M
C
C        COPIE MESURES 5-6 ET MOITIE DE 7
C
60    DO 65 H2=1,5
      H1=H2+8
      HRYTM(H1)=HRYTM(H2)
      HN=MNOT(HRYTM(H1))
      DO 65 HI=1,HN
      HPILN(HP)=HPILN(HPM1)
      HPILT(HP)=HPILT(HPM1)
      HP=HP+1
65    HPM1=HPM1+1
      M=7
      M2=13
      HDM=1
      GO TO 47
62    WRITE(6,63)M
63    FORMAT(5X,'ERREUR RECOPIE M=',I2)
      STOP
C
C        GENERATION DE LA DERNIERE DEMI-MESURE
C
80    DO 82 HI=1,HN
      HSUC(HI)=HNOT
82    CALL TIRS(HNOT)
      IF(HSUC(HN).EQ.1.OR.HSUC(HN).EQ.5.OR.HSUC(HN).EQ.8.OR.HSUC(HN).EQ
     *12)GO TO 83
      IF(HN.GT.1)HNOT=HSUC(1)
      GO TO 80
83    DO 84 HI=1,HN
      HPILN(HP)=HSUC(HI)
      HPILT(HP)=HTEMP(HRYTM(16),HI)
84    HP=HP+1
      IF(.NOT.BFIN)GO TO 85
      HP=HP-1
      WRITE(6,500)(I,HPILN(I),HPILT(I),I=1,HP)
500   FORMAT(3X,'HPILN(',I3,')=',I2,'HPILT=',I2)
      CALL PART(HP,HA)
      STOP
85    M=0
      M2=0
      BFIN=.TRUE.
```

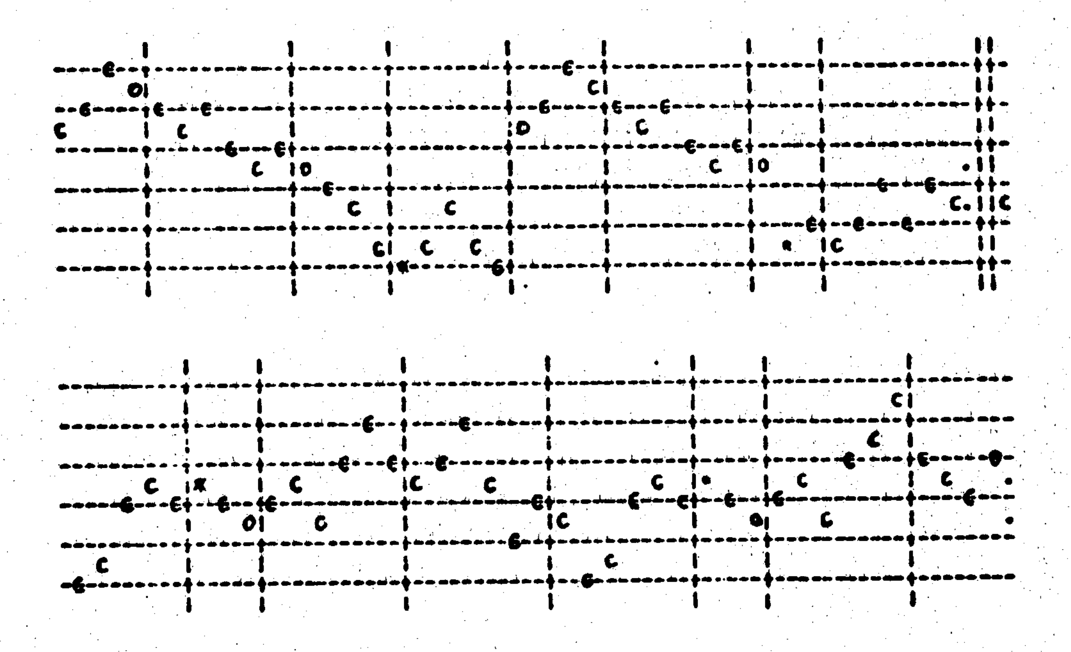
```
      GO TO 40
      END
C
C
C
C
      BLOCK DATA
      IMPLICIT INTEGER*2(H),REAL*8(D),LOGICAL*1(B)
      COMMON/GEN/MNOT(4),HTEMP(4,3),HSUC(3),HRYTM(16),HPILN(100),HPILT(
     *00)
      DATA MNOT/3,2,2,1/,HTEMP/1,2,1,3,1,1,2,0,1,0,0,0/
      END
C
C
C
C
      SUBROUTINE TIRI(HY)
      IMPLICIT INTEGER*2(H),REAL*8(D),LOGICAL*1(B)
      DIMENSION N(9)
      Z=N(1)
      CALL KLOAK(N)
      DO 2 I=2,9
2     Z=Z+N(I)
      CALL RANSET(Z)
C
      ENTRY TIRH(HY)
5     HY=RANF(100)
      IF(HY.LE.0)GO TO 5
      RETURN
      END
C
      SUBROUTINE TIRN(HNOT)
      IMPLICIT INTEGER*2(H),REAL*8(D),LOGICAL*1(B)
      CALL TIRH(HY)
      HNOT=HY-HY/12*12+1
      RETURN
      END
C
C
C
      SUBROUTINE TIRR(M2)
      IMPLICIT INTEGER*2(H),REAL*8(D),LOGICAL*1(B)
      COMMON/GEN/MNOT(4),HTEMP(4,3),HSUC(3),HRYTM(16),HPILN(100),HPILT(
     *00)
      CALL TIRH(HY)
      HY=HY-HY/100*100
      IF(HY.LE.65)HRYTM(M2)=1
      IF(HY.GT.65.AND.HY.LE.80)HRYTM(M2)=2
      IF(HY.GT.80.AND.HY.LE.90)HRYTM(M2)=3
      IF(HY.GT.90)HRYTM(M2)=4
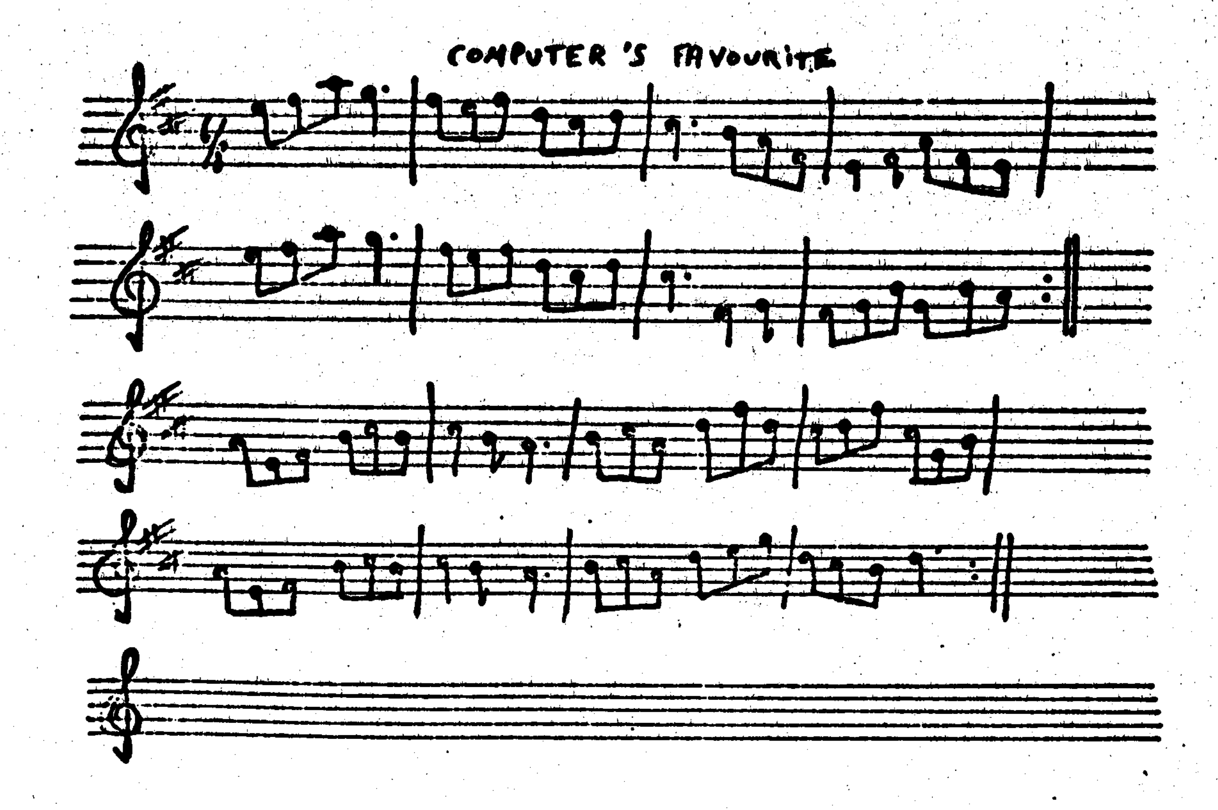
      RETURN
      END
C
C
C
      SUBROUTINE TIRS(HNOT)
      IMPLICIT INTEGER*2(H),REAL*8(D),LOGICAL*1(B)
      HPLS=-20
10    CALL TIRH(HY)
      HY=HY-HY/100*100
      IF(HY.LT.4)HID=0
      IF(HY.GE.4.AND.HY.LT.58)HID=1
      IF(HY.GE.58.AND.HY.LT.86)HID=2
      IF(HY.GE.86.AND.HY.LT.97)HID=3
      IF(HY.GE.97.AND.HY.LT.99)HID=4
      IF(HY.GE.99)HID=5
      IF(HNOT.GT.6)HPLS=20
      CALL TIRH(HY)
      HY=HY-HY/100*100
      HTES=HY+HPLS
      IF(HTES.GE.50)HID=-HID
      HNEW=HNOT+HID
      IF(HNEW.LE.0.OR.HNEW.GT.13)GO TO 10
      HNOT=HNEW
      RETURN
      END
```

```
      SUBROUTINE PART(HP,HA)
      IMPLICIT INTEGER*2(H),REAL*8(D),LOGICAL*1(B)
      COMMON/GEN/MNOT(4),HTEMP(4,3),HSUC(3),HRYTM(16),HPILN(100),HPILT(
     *00)
      DIMENSION BR(5),BTAB(13,240)
      DATA BR/'C','*','O','|','.'/,BTAB/3120*' '/
      DATA HO/1/,HTS/0/,HCM/0/,HL/1/
      IF(HA.NE.1)GO TO 20
      HO=2
      BTAB(HPILN(1),1)=BR(HPILT(1))
      HL=3
      DO 10 HI=1,13
10    BTAB(HI,2)=BR(4)
20    DO 25 HI=HO,HP
      BTAB(HPILN(HI),HL)=BR(HPILT(HI))
      HTS=HTS+HPILT(HI)
      IF(HTS.NE.6)GO TO 23
      HTS=0
      HCM=HCM+1
      HL=HL+1
      IF(HCM.NE.8)GO TO 22
      BTAB(5,HL)=BR(5)
      BTAB(7,HL)=BR(5)
      HL=HL+1
      B8=.FALSE.
22    DO 24 HX=1,13
24    BTAB(HX,HL)=BR(4)
      HL=HL+1
      IF(HCM.NE.8)GO TO 25
      IF(B8)GO TO 21
      B8=.TRUE.
      GO TO 22
23    HL=HL+2
      GO TO 25
21    HCM=0
      B8=.FALSE.
25    CONTINUE
      HLIM=1
30    DO 100 HI=1,13
      HX=14-HI
      HLIM2=HLIM+78
      WRITE(6,40)(BTAB(HX,I),I=HLIM,HLIM2)
40    FORMAT(1H ,79A1)
      IF((HX-HX/2*2).EQ.0)WRITE(6,50)
50    FORMAT(1H+,79('-'))
100   CONTINUE
      WRITE(6,60)
60    FORMAT(1HO,/)
      IF(HLIM2.GT.210)RETURN
      HLIM=HLIM2+1
      GO TO 30
      END
*EOD
```




THE SPOILT JIG




COMPUTER 'S FAVOURITE

Un Programme Compositionnel : "Quatre Etudes et Variations"

Gilbert DALMASSO

Un Programme Compositionnel : "Quatre Etudes et Variations"

Malgré les lacunes de l'analyse du comportement du musicien, nous pouvons néanmoins simuler une attitude compositionnelle : la conception et l'élaboration d'un algorithme de travail et sa mise en oeuvre.
Les musiciens informaticiens doivent, préalablement à toute création, tester la technologie et accepter le mode d'approche formelle qu'elle confère à la composition. La première approche consiste à définir un algorithme satisfaisant à l'exigence suivante : générer une famille d'objets sonores. Le but est d'isoler des classes et des sous-classes de sons "intéressants". La notion d'intérêt est subjective et suppose une pré-sélection individuelle. Les critères sélectifs sont généralement issus du passé musical et esthétique du musicien.

Le programme est placé à la fin du chapitre. Plutôt que de le commenter dans son état final, il est nécessaire d'en décrire deux procédures, significatives de notre démarche compositionnelle. Ces deux extraits se révèlent comme deux épisodes extrêmement fructueux en recherche d'une compréhension plus nette des phénomènes interactifs homme-machine en musique.

La composition des "Quatre Etudes et Variations" date de juillet 1977.

CONCEPTION ET RÉALISATION

Nous définissons 2 opérateurs :

★ *opérateur de miroir*

La technique sérielle a largement utilisé la structure du miroir : le renversement.

Mode de fonctionnement informatique :

- ☆ à partir de 00
- ☆ à partir de FF
- ☆ à partir de n'importe quel point du parcours numérique.

00 FF

[⟶]

instruction : ADI 1

FF 00

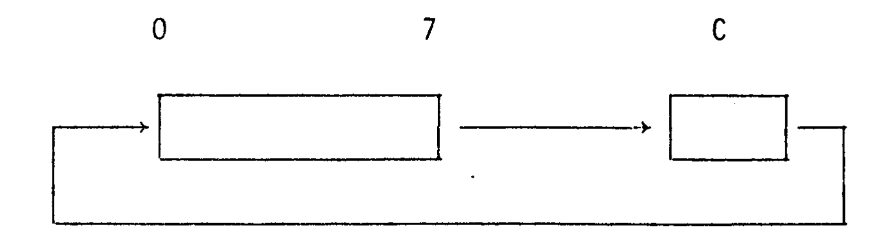
[⟶]

instruction : SUI 1

★ *opérateur de déphasage*

Pour rompre la régularité du formalisme des valeurs générées, il est utile de procéder par des sauts de valeurs entre 00 et FF.

Instruction de permutation cyclique :



1ère procédure

```
1080 LLI D0
1082 LHI 10
1084 LEI 2
1086 LME
1087 LLI D1
1089 LAI 01          INITIALISATION DE A
108B LDI 8           COMPTEUR D APPLICATION
108D RLC             FONCTION ARITHMETIQUE
108E LMA             SAUVEGARDE DE A
108F OUT C
1090 OUT D
1091 OUT E
1092 OUT F
1093 CAL :T
1096 LAM             REPRISE DE LA VALEUR COURANTE DE A
1097 DCD
1098 JFZ =108D
109B ADI 1           NOUVELLE VALEUR DE A
109D LEA             TANT QUE (A) N'EST PAS DE NOUVEAU A ZERO
109E JFZ =108B       APPLIQUER LA FONCTION POUR TOUTE NOVELLE
10A1 LDI 8           VALEUR DE A.    D COMPTEUR D'APPLICATION
10A3 RLC
10A4 LMA
10A5 OUT C
10A6 OUT D
10A7 OUT E
10A8 OUT F
10A9 CAL :T
10AC LAM
10AD DCD
10AE JFZ =10A3
10B1 SUI 1           RE-INIT (A)
10B3 LEA
10B4 JFZ =10A1
10B7 LLI D0
10B9 LHI 10
10BB LEM             COMPTEUR DE LA PROCEDURE
10BC DCE             CONTROLE DU TEMPS - DUREE DE LA PIECE
10BD LME
10BE JFZ =1087
10C1 HLT
```

Interrogeons- nous sur le problème que pose sa mise en oeuvre. Il est nécessaire de saisir la portée de ce type de programmes du fait qu'on ne peut écarter les problèmes de la différenciation du temps machine/temps réel. Introduisons d'abord la contrainte du temps-machine : il dépend entièrement de la technologie du calculateur. Ainsi sur l'ordinateur 8008, le cycle d'une instruction de 1 mot mémoire est effectué en 12 microsecondes.
Dans l'enchaînement séquentiel d'exécution des instructions s'insère alors la temporisation qui révèle le discours musical à l'auditeur : le temps musical. Reste la notion de temps global : la durée totale de l'oeuvre est variable selon le désir de l'opérateur.
Considérons donc le problème de l'interprétation musicale. Posons-le dans le contexte du programme compositionnel. Le rôle de l'interprétation est essentiel du fait que la composition et l'exécution sont immédiates et simultanées. La procédure de temporisation est nécessaire à la compréhension optimale du discours. Le but visé par le compositeur est nécessairement d'obtenir le meilleur résultat possible. Aussi, comment procéder de façon à mettre en évidence les phrases mélodiques intéressantes ? Après la rédaction d'un programme, l'opérateur en effectue sa mise au point. Pour le musicien-informaticien, mettre au point consiste au préalable à expérimenter les durées.

2ème procédure

Le programme suivant, appliqué sur la procédure:T du programme précédent détermine la variabilité du processus temporel. Nous définissons les limites de variabilité en fixant une borne supérieure et une borne inférieure aux boucles de temporisation La variation est sensible après 7 applications de la procédure de génération. La borne inférieure est réalisée à l'aide du filtre ORI F7, et la borne supérieure par le test CPI 1F.

```
1020 LEI  FF      COMPTEUR GLOBAL
1022 LLI  52
1024 LHI  11
1026 LME
1027 LLI  50      REGISTRE B: VARIATEUR DE TEMPO
1029 LHI  11
102B LBI  1F
102D LMB
102E LLI  51
1030 LHI  11
1032 LCI  7       REGISTRE C: COMPTEUR DE TEMPS
1034 LMC
1035 LAI  01      DE VARIATION  INIT A
1037 LDI  8
1039 ADI  1       INCREMENT DE A
103B RLC
103C LEA
103D LLI  50      RANGEMENT DE (B)
103F LMB
1040 LAB
1041 LAA
1042 ORI  07      FILTRE , 0000 0111
1044 LAA
1045 LBA
1046 LAE
1047 OUT  C
1048 OUT  D
1049 OUT  E
104A OUT  F
104B CAL  :T
104E LLI  50      REPRISE DE VALEUR PRECEDENTE B
1050 LBM
1051 LLI  51
1053 LCM
1054 DCC
1055 JTZ  :1
1058 LLI  51
105A LMC
105B LAE
105C DCD
105D JFZ  =103B   RANGEMENT DE C, A,DCR D  ALLER A
                  L'APPLICATION DE LA FONCTION
1060 LLI  52
 062 LEM          REPRENDRE(E)
                              1063 DCE
```

```
1064 LME
1065 JFZ =1037
1068 LAI 00        ON TERMINE PAR D0
106A HLT

106A :1
106A LCI 7         TOUS LES 7 COUPS CHANGER LA
                   VALEUR DE (B) SI B=0 ALORS INCREMENTER,
                   ALLER A :2 SINON DCR, ALLER A SUITE DE
                   LA PROCEDURE: LAE  DCD  TEST
106C LLI 51
106E LMC
106F LLI 50
1071 LBM
1072 DCB
1073 JTZ :2
1076 LMB
1077 JMP =1058
107A

     :2
107A LLI 55
107C LHI 10
107E LMI 68
1080 LLI 56
1082 LMI 7A        METTRE 7A, ADRESSE DE :2
1084 LCI 7         COMPTEUR C
1086 LLI 51
1088 LHI 11
108A LMC
108B LLI 50        RANGEMENT C  REPRISE DE (B)  INCREMENT
108D LBM
108E INB
108F LMB
1090 LAB
1091 CPI 0F        TEST: NE PAS DEPASSER LA BORNE SUPERIEURE
1093 JTZ :3
1096 JMP =1058     SI VRAI ALLER A :3, SINON A LA SUITE


1099 :3
1099 LLI 56
109B LHI 10
109D LMI 6A        METTRE 6A: ADRESSE DE :1
109F LBI 1F         RE-INIT (B)  RANGEMENT
10A1 LLI 50
10A3 LHI 11
10A5 LMB
10A6 JMP =1058
```

A partir des 2 programmes précédents, nous avons réalisé quatre pièces différentes appartenant à la même famille. Notre option compositionnelle est ici très classique. L'auditeur pourra suivre sans difficulté le parcours logique des quatre pièces successives, leurs liens de parenté restant aisément discernables. A la variabilité intrinsèque de la procédure précédente, ajoutons des modifications à l'algorithme générateur. Nous définissons 2 niveaux de variations de l'algorithme actif :

1er niveau

Le décalage circulaire a lieu à droite dans la première et la quatrième pièce, à gauche dans la deuxième et la troisième.
L'ordre de progression de la valeur initiale est le suivant :

incrémentation pour la première et la quatrième,
décrémentation pour la deuxième et la troisième.

Nous obtenons ainsi deux classes d'êtres sonores définissant la première et la deuxième étude.

2ème niveau

Le dispositif analogique n'est pas limitatif, contraignant, passif. Au contraire sa conception le révèle comme un système interactif de manipulation en temps réel.
Introduisons l'option dynamique suivante : intervenir sur le synthétiseur. A la lecture d'une partition écrite au préalable nous initialisons les modules du synthétiseur avant le début de chaque étude. Nous obtenons ainsi deux sous-classes d'êtres sonores définissant la troisième et la quatrième étude.

Descriptif Analogique

Etude n°1

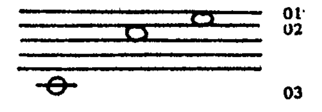
Elle est réalisée avec le premier programme.
Le temps musical et la forme sont strictement définis.Voici le réglage du synthétiseur VCS3 :

Ø1 (7 6,8 7 7) → ØUT 1 → ØUT 2
Ø2 (7,5 5 6 7) → ØUT 1 → REV → ØUT 2
Ø3 (5 5 3 0) → ØUT 1 → ØUT 2
REV (5,5 6 7) → ØUT 2

contrôle

DAC 1 → Ø1
DAC 2 → Ø2
DAC 3 → Ø3
DAC 4 → REV

accord



clé 04 = 00001111

Etude n°2

Elle est réalisée avec le deuxième programme.
L'improvisation se situe au niveau de la variabilité temporelle de l'exécution et de la génération du discours. Le réglage du synthétiseur admet une fonction incomplètement contrôlable le ring-modulateur.

Ø1 (7 5 7 0) → ØUT 1 → RING A
Ø2 (7,5 5 7 0) → RING B
FILT (7,5 5 7) → REV
RING (FILT)
REV (5 7) → ØUT 1

contrôle

DAC 1 → Ø1
DAC 2 → UP
DAC 3 → FILT
DAC 4 → REV

Etude n°3

Le programme est identique à celui de la première étude.
La nouveauté réside en l'usage des tensions délivrées et le réglage du synthétiseur.

Ø1 (7 5 7 0) → RING A
(stick I16 pour les notes graves)
Ø2 (7,5 5 1↔2 0) → en l'air ou RING B
RING (FILT)
FILT (10 5,8 7) → REV (0 7) → ØUT 1 / ØUT 2

Ø3 (3 3 0 7)
∿ → CONTROLE IN FILT FREQ
⊓⊔ → OUT LEVEL 2
⊓⊔ → Ø1

contrôle

DAC 1 → Ø1
DAC 2 → RING (B)
DAC 3 → ØUT LEVEL 1
DAC 4 → Ø3

Etude n°4

Le deuxième programme est en jeu.
Le réglage du synthétiseur laisse apparaître un retour à la conception de la première pièce, mais avec une plus grande part d'improvisation en temps réel sur la partie analogique.

Ø1 (7 5 7 0↔7) SINUS → RING (A)
∿ → ØUT 2
Ø2 (7,5 5 2↔7 0↔7) → RING (B)
∿ → ØUT 2
Ø3 (4,5 5 2↔7 7↔0) ⊓⊔ → RING (B)
FIL (6↔8 5 7)
REV (0↔5 7)

contrôle

DAC 1 → Ø1
DAC 2 → Ø2
DAC 3 → FILT
DAC 4 → REV

Conclusion

Le programme présenté ici est orienté vers la création incluant un dialogue homme-machine satisfaisant.Le langage musical n'est pas chromatique et les notes ne sont pas lues en tables : les séries sont générées en temps réel. Ce programme teste la capacité créative du système. Il est basé sur l'utilisation d'un algorithme générateur de sons. Nous avons été contraint de définir un algorithme simple du fait que le temps-machine impose son propre temps musical. Dès lors, l'écoute directe représente l'immense avantage de permettre aux musiciens de contrôler le fonctionnement et les variations possibles de l'algorithme en temps réel.

Les avantages d'un tel programme sont nombreux :

* la génération des classes de sons est directe
* la compréhension de l'inévitable relation entre le temps-machine et le temps réel est immédiate
* la structure itérative de la procédure est mise en évidence lors de son actualisation
* la richesse des interprétations individuelles le définit comme un prototype intéressant
* le désir créatif est aujourd'hui satisfait

et * le jeu improvisé sur le dispositif de synthèse est possible.

Du fait qu'il permet d'insister sur l'idée de jouer avec la "lutherie" pendant que le programme exécute l'algorithme de composition, la situation improvisationnelle est restituée : face à la complexité de contrôle du système des signaux d'information sonore le musicien reste maître du système. Sa capacité d'écoute, de sélectivité et d'exécution simultanées, est ainsi préservée. Ce programme est un modèle de dialogue homme-machine, à placer dans la vaste famille des modèles conçus pour la création assistée par ordinateur.

```
1000  LCI  FF
1002  DCC
1003  JFZ  1002
1006  DCB
1007  JFZ  1000
100A  RET
---
1020  LLI  50
1022  LHI  11
1024  LBI  1A
1026  LMB
1027  LLI  51
1029  LHI  11
102B  LCI  09
102D  LMC
102E  LAI  01
1030  LDI  08
1032  LAA
1033  LAA
1034  RLC
1035  LLI  52
1037  LHI  11
1039  LMA
103A  LLI  50
103C  LMB
103D  LAB
103E  NDI  F8
1040  ØRI  07
1042  LBA
1043  LLI  52
1045  LHI  11
1047  LAM
1048  ØUT  0C
1049  ØUT  0D
104A  ØUT  0E
104B  ØUT  0F
104C  CAL  1000
104F  LLI  50
1051  LBM
1052  LLI  51
1054  LCM
1055  DCC
1056  JTZ  106F
1059  LLI  51
105B  LMC
105C  LLI  52
105E  LHI  11
1060  LAM
1061  DCD
1062  JFZ  1034
1065  SUI  01
1067  JFZ  1030
106A  DCE
106B  JFZ  102E
106E  RET
106F  LCI  0A
1071  LLI  51
1073  LMC
1074  LLI  50
1076  LBM
1077  DCB
1078  JTZ  107F
107B  LMB
107C  JMP  1059
107F  LLI  56
1081  LHI  10
1083  LMI  68
1085  LLI  57
1087  LMI  7F
1089  LLI  58
108B  LMI  10
108D  LCI  03
108F  LLI  51
1091  LHI  11
1093  LMC
1094  LLI  50
1096  LBM
1097  INB
1098  LMB
1099  LAB
109A  CPI  1A
109C  JTZ  10A2
109F  JMP  1059
10A2  LLI  57
10A4  LHI  10
10A6  LMI  6F
10A8  LBI  1F
10AA  LLI  50
10AC  LHI  11
10AE  LMB
10AF  JMP  1059
10C0  LAI  01
10C2  LDI  08
10C4  RLC
10C5  LLI  BF
10C7  LHI  10
10C9  LMA
10CA  ØUT  0C
10CB  ØUT  0D
```

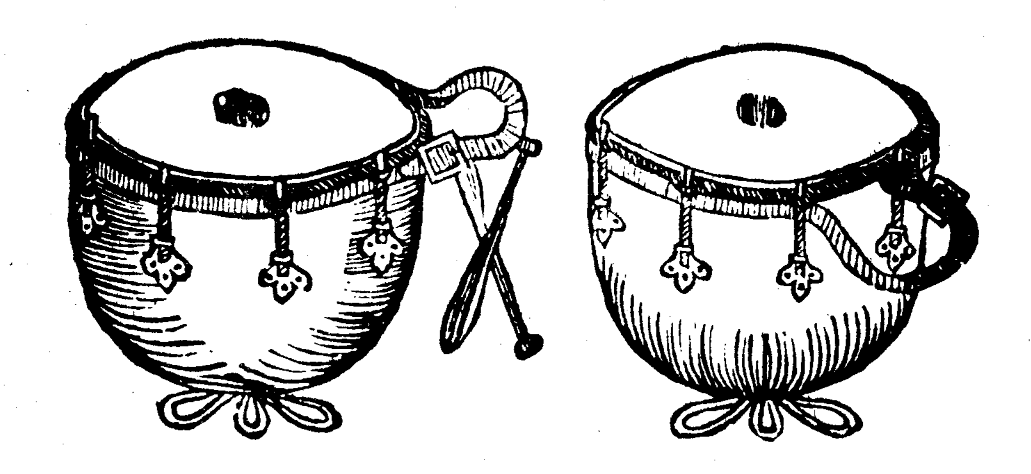
```
10CC   ØUT  0E
10CD   ØUT  0F
10CE   LBI  09
10D0   CAL  1000
10D3   LLI  BF
10D5   LHI  10
10D7   LAM
10D8   DCD
10D9   JFZ  10C4
10DC   ADI  01
10DE   JFZ  10C2
10E1   DCE
10E2   JFZ  10C0
10E5   RET
```

"DEBUT"

```
10EA   LEI  01
10EC   CAL  10C0
10EF   LAI  00
10F1   ØUT  0C
10F2   ØUT  0D
10F3   ØUT  0E
10F4   ØUT  0F
10F5   LBI  FF
10F7   CAL  1000
10FA   LEI  01
10FC   CAL  1020
10FF   LAI  00
1101   ØUT  0C
1102   ØUT  0D
1103   ØUT  0E
1104   ØUT  0F
1105   LBI  FF
1107   CAL  1000
110A   LEI  01
110C   LLI  C4
110E   LHI  10
1110   LMI  0A
1112   LLI  CF
1114   LHI  10
1116   LMI  07
1118   CAL  10C0
111B   LAI  00
111D   ØUT  0C
111E   ØUT  0D
111F   ØUT  0E
1120   ØUT  0F
1121   LBI  FF
1123   CAL  1000
1126   LEI  01
1128   LLI  25
112A   LHI  10
112C   LMI  1F
112E   LLI  9B
1130   LHI  10
1132   LMI  1F
1134   LLI  57
1136   LHI  10
1138   LMI  6F
113A   LLI  65
113C   LHI  10
113E   LMI  04
1140   CAL  1020
1143   LAI  00
1145   ØUT  0C
1146   ØUT  0D
1147   ØUT  0E
1148   ØUT  0F
1149   LBI  FF
114B   CAL  1000
114E   HLT
```

----

*



AVERTISSEMENT

Le présent bulletin répond à une visée toute didactique: livrer sous une forme accessible aux nouveaux venus dans les groupes de travail courant:

de l'information technique et bibliographique en rapport avec leurs disciplines

des programmes commentés de tous niveaux permettant un accès rapide à des techniques de programmation appropriées, ainsi qu'à une implémentation aisée.

On s'est efforcé, dansla plus large mesure possible, de ne pas établir de clivage trop marqué entre les disciplines intéressées (musique arts plastiques poésie logique architecture cinéma informatique) mais tout au contraire de les unifier, ne serait-ce que par des techniques de programmation communes.

L'aspect pédagogique d'ARTINFO/MUSINFO reflète une préoccupation constante du groupe, à savoir ne pas se satisfaire en dernier ressort de méthodes de programmation trop élémentaires.

ARTINFO/MUSINFO est imprimé au Département d'Informatique de l'Université PARIS VIII - Vincennes. Grâces en soient rendues aux soins diligents de Jacqueline BERTOUT, Renée STARY, Philippe PINON, à l'équipe des brocheurs habituels.

Pour tous renseignements et composition des livraisons à venir, s'adresser à:

Jacques ARVEILLER, Département d'Informatique, Université PARIS VIII, Route de la Tourelle, 75571 Paris CEDEX 12

Pour tout envoi, s'adresser à Patrick GREUSSAY, même adresse.



ARTINFO / MUSINFO #29

UNIVERSITÉ PARIS VIII

GROUPE ART & INFORMATIQUE

1979